

Devoir non surveillé n°04 (correction)

Lunette astronomique

1. Grossissement

1. Pour un système afocal, les foyers sont repoussés à l'infini.

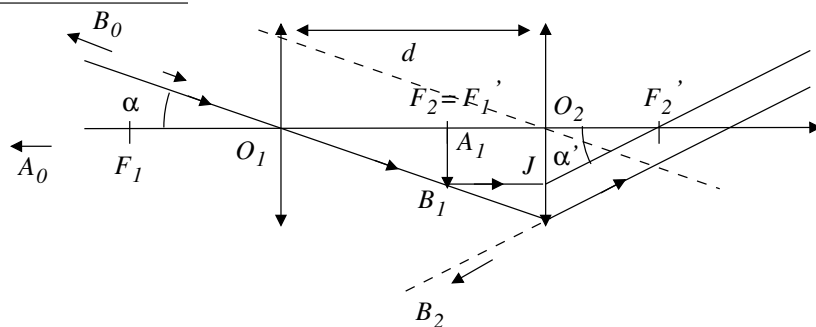
Un faisceau arrivant parallèlement à l'axe optique émerge du système parallèlement à l'axe optique.

Dans le cas d'une lunette astronomique destinée à observer des objets situés à très grande distance (vis à vis des distances focales des lentilles), l'image est repoussée à l'infini, l'expérimentateur peut donc observer sans accommoder, ce qui procure un **confort de vision**.

2. Pour que la lunette soit afocale, le foyer image de l'objectif doit être confondu avec le foyer objet de l'oculaire, donc :

$$d = f'_1 + f'_2$$

3. Tracé des rayons :



Explications :

→ L'objet A_0B_0 situé à l'infini est vu sous un angle α .

→ L'image de A_0B_0 par l'objectif est notée A_1B_1 et se forme dans le plan focal image de l'objectif qui est aussi le plan focal objet de l'oculaire

→ Le rayon parallèle à l'axe optique issu de B_1 ressort en passant par F'_2 . B_1 étant situé dans le plan focal objet de l'oculaire son image B_2 se forme à l'infini, de telle sorte que tous les rayons issus de B_1 émergent de L_2 parallèles entre eux, ce qui permet de finaliser le tracé et d'identifier α' .

4. En raisonnant en valeur absolue et pour des petits angles :

$$\rightarrow \text{Triangle } O_1A_1B_1 : \alpha = \frac{A_1B_1}{f'_1}$$

$$\rightarrow \text{Triangle } O_2JF'_2 : \alpha' = \frac{O_2J}{f'_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}$$

$$\text{On en déduit : } G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

La focale de l'objectif doit être très supérieure à celle de l'oculaire pour espérer un grossissement important.

$$\text{Application numérique : } G \simeq 133$$

2. Observation de Mars et de la Lune

1. Le diamètre angulaire est l'angle sous lequel est vu un objet. On note d_{TM} la distance Terre-Mars, D_M le diamètre de Mars, d_{TL} la distance Terre-Lune, D_L le diamètre de la Lune. On obtient pour les diamètres angulaires :

$$\rightarrow \text{Mars : } \alpha_M = \frac{D_M}{d_{TM}} = \frac{6800}{7,00 \times 10^7}, \text{ donc } \alpha_M = 9,71 \times 10^{-5} \text{ rad.}$$

$$\rightarrow \text{Lune : } \alpha_L = \frac{D_L}{d_{TL}} = \frac{3400}{3,80 \times 10^5}, \text{ donc } \alpha_L = 8,95 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

Le pouvoir de résolution de l'œil est de 1 minute d'arc, c'est à dire $2,9 \times 10^{-4}$ rad.

À l'œil nu, Mars apparaîtra au mieux comme un point dans le ciel.

2. En appliquant le grossissement de la lunette :

$$\rightarrow \text{Mars : } \alpha'_M = G\alpha_M \Rightarrow \alpha'_M = 1,29 \times 10^{-2} \text{ rad} = 0,74^\circ$$

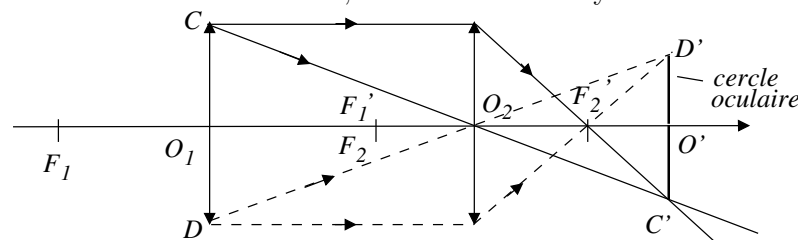
$$\rightarrow \text{Lune : } \alpha'_L = G\alpha_L \Rightarrow \alpha'_L = 1,19 \text{ rad} = 68,2^\circ$$

Pour Mars, le diamètre angulaire dépasse nettement la résolution de l'œil et les détails de la planète pourront être observés en totalité dans la lunette.

En revanche, on ne pourra voir qu'une petite moitié de la Lune à travers la lunette.

3. Cercle oculaire

1. Par définition, le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif par l'oculaire. Pour le déterminer, on considère les rayons extrêmes.



Dans la pratique $f'_1 \gg f'_2$, l'image de l'objectif par l'oculaire est donc quasiment confondue avec le plan focal image de l'oculaire.

2. La monture de l'objectif a pour image le cercle oculaire par l'oculaire ; pour l'oculaire, la formule de grandissement prend donc la forme :

$$\gamma = \frac{\overline{O_2 F'_2}}{F_2 O_1} = \frac{\overline{O_2 F'_2}}{F'_1 O_1}$$

C'est à dire, en valeur absolue, $|\gamma| = \frac{f'_2}{f'_1} = \frac{1}{G}$

Le grandissement est, par définition, le rapport de la taille de l'image sur celle de l'objet, c'est donc le rapport des diamètres :

$$|\gamma| = \frac{d_{\text{cercle}}}{d_{\text{obj.}}} \Rightarrow \boxed{d_{\text{cercle}} = \frac{d_{\text{obj.}}}{G}}$$

3. **Le diamètre du cercle oculaire ne doit pas dépasser le diamètre de la pupille de l'œil.**